

BIOMARCADORES MOLECULARES COMO HERRAMIENTAS PARA EVALUAR EL RIESGO ECOTOXICOLÓGICO DEL ACUÍFERO SUBTERRÁNEO (ANILLO DE CENOTES) DE YUCATÁN

Jorge Rubio-Piña¹, Gabriel Lizama-Uc¹, Germán Giacomán-Vallejos², Guadalupe Valladares-Gamboa¹, Perla Garrido-Vivas¹

¹Departamento de Ingeniería Ambiental, Instituto Tecnológico de Mérida, Av. Tecnológico km 4.5, S/N. C.P. 97118, Mérida, Yucatán, México.

²Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, Av. Industrias no Contaminantes por Periférico Norte Apdo. Postal 150 Cordemex, Mérida, Yucatán, México.
jrubiopina@gmail.com

Palabras clave: Anillo de Cenotes, Biomonitorio, Contaminación

Introducción. Yucatán cuenta con un acuífero subterráneo como fuente principal de abastecimiento de agua. Sin embargo, se ha visto vulnerable por la contaminación derivada de las acciones antrópicas (1). En específico, el sistema hidrológico está siendo afectado por descargas de aguas negras y COPs, los cuales presentan persistencia en el ambiente, así como una toxicidad alta para la biota y los seres humanos (2).

Por tal motivo y dada su importancia, el propósito de este proyecto fue evaluar el riesgo potencial por exposición a sustancias químicas contaminantes, mediante el uso de diferentes biomarcadores moleculares (exposición/efecto) en organismos centinela (*Cyprinus carpio*). Con estas acciones se espera contribuir a la implementación de medidas estratégicas para el manejo de los ecosistemas considerados potencialmente peligrosos, así como favorecer a la consolidación de la legislación ambiental del estado.

Metodología. El estudio se realizó en 10 cenotes de importancia para el estado de Yucatán de acuerdo al INEGI, 2017 (Fig.1). Dentro de cada zona de estudio se colectaron muestras de agua por análisis fisicoquímicos (pH, OD, ORP, CE, TDS), microbiológicos (CT y CF) y bioensayos. Para este último, se utilizaron seis peces (*C. carpio*) previamente aclimatados por cenote. La exposición al agua fue por 15 días, al término de estos los peces se disectaron. La extracción del ARN total se realizó a partir de 100 mg de hígado utilizando Trizol (Invitrogen). La síntesis de ADNC se realizó utilizando como molde 3 µg de ARN total. La amplificación de los fragmentos de ADNC de CYP1A, GST, CAT, MT, UDPGT y VTG se llevó a cabo por RT-PCR, utilizando cebadores específicos para la especie; la cuantificación se evaluó por densitometría.

Resultados. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua se compararon con la NOM-127-SSA1-1994 y la guía para la calidad del agua; WHO (3). Los resultados fisicoquímicos mostraron que el 30% es excelente, 30% buena, 20% regular y 20% Mala. Sin embargo, al comprar los resultados microbiológicos ninguna cumple la NOM. Mas aun, el 90% se considera altamente contaminadas con coliformes (CT) y el 50% se estiman peligrosas como agua de recreación de primer contacto por fecales (CF), esto debido a que son utilizadas de manera turística y de abastecimiento en los municipios del estado.

Por su parte, el análisis de los biomarcadores moleculares mostro que existen diferencias estadísticamente significativas en los niveles de expresión de los genes estudiados, en función de la zona de muestreo. Los marcadores correspondientes a CYP1A, GST, UDPGT y CAT tiene una variación de correlación el cual sugiere un indicativo del metabolismo oxidativo de los xenobióticos asociado a la fase II de biotransformación. Así mismo, la expresión de MT tuvo niveles inversos, lo cual no se descarta la presencia de metales pesados y su proceso de detoxificación. La VTG fue analizada como indicador de efectos endocrinos. Lo anterior sugiere una asociación con las actividades antropogénicas que se desarrollan en las zonas conurbadas cercanas a los cenotes, y/o procesos de movimiento de contaminantes a través de corrientes subterráneas.

Conclusiones. La evaluación y biomonitorio integrados en este proyecto permiten poner de relieve los riesgos potenciales para el medio ambiente y salud pública, esto con la finalidad de aplicar herramientas para identificar medidas estratégicas de apoyo y acciones enfocadas a proteger los recursos naturales.

Agradecimientos. Al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por el financiamiento del proyecto (CI-02/2018_IPFH33_4200) y al Instituto Tecnológico de Mérida (ITM).

Bibliografía.

1. Polanco-Rodríguez A *et al.* (2018) *Groundw. Sustain. Dev.* 7:20-29.
2. Arcega-Cabrera F *et al.* (2017) *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 99:452-459.
3. World Health Organization (2018) A global overview of national regulations and standards for drinking-water quality. ISBN 978-92-4-151376-0.

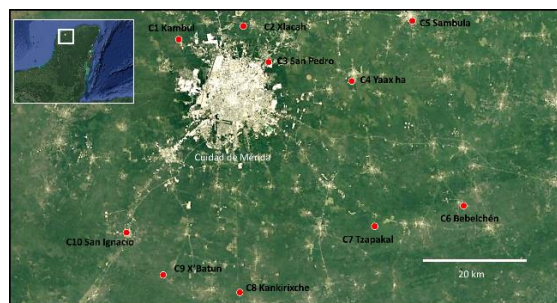


Fig. 1. Ubicación de los diez cenotes de muestreo

